

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT
D'UN CHANGEMENT(règle 92bis.1 et
instruction administrative 422 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE
Morassistr. 8
80469 Munich
ALLEMAGNE

Date d'expédition (jour/mois/année) 27 mars 2001 (27.03.01)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire B99/0638QT	
Demande internationale no PCT/FR00/01537	Date du dépôt international (jour/mois/année) 05 juin 2000 (05.06.00)

1. Les renseignements suivants étaient enregistrés en ce qui concerne:			
<input type="checkbox"/> le déposant	<input type="checkbox"/> l'inventeur	<input checked="" type="checkbox"/> le mandataire	<input type="checkbox"/> le représentant commun
Nom et adresse BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE 8, avenue Percier F-75008 Paris FRANCE		Nationalité (nom de l'Etat)	Domicile (nom de l'Etat)
		no de téléphone 01 45 61 94 64	
		no de télécopieur 01 45 63 94 21	
		no de téléimprimeur	
2. Le Bureau international notifie au déposant que le changement indiqué ci-après a été enregistré en ce qui concerne:			
<input type="checkbox"/> la personne	<input type="checkbox"/> le nom	<input checked="" type="checkbox"/> l'adresse	<input type="checkbox"/> la nationalité <input type="checkbox"/> le domicile
Nom et adresse BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE Morassistr. 8 80469 Munich ALLEMAGNE		Nationalité (nom de l'Etat)	Domicile (nom de l'Etat)
		no de téléphone 89 22 30 05	
		no de télécopieur 89 22 47 53	
		no de téléimprimeur	
3. Observations complémentaires, le cas échéant:			
4. Une copie de cette notification a été envoyée:			
<input checked="" type="checkbox"/> à l'office récepteur	<input type="checkbox"/> aux offices désignés concernés		
<input type="checkbox"/> à l'administration chargée de la recherche internationale	<input checked="" type="checkbox"/> aux offices élus concernés		
<input checked="" type="checkbox"/> à l'administration chargée de l'examen préliminaire international	<input type="checkbox"/> autre destinataire:		

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé: Sean Taylor no de téléphone (41-22) 338.83.38
---	---

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année)

27 mars 2001 (27.03.01)

Demande internationale no

PCT/FR00/01537

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B99/0638QT

Date du dépôt international (jour/mois/année)

05 juin 2000 (05.06.00)

Date de priorité (jour/mois/année)

11 juin 1999 (11.06.99)

Déposant

SKOTNICKI, Thomas etc

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

05 janvier 2001 (05.01.01)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI
 34, chemin des Colombettes
 1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

Sean Taylor

no de téléphone: (41-22) 338.83.38

Translation

10/218179(536)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

LIT

Applicant's or agent's file reference B99/0638QT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/01537	International filing date (day/month/year) 05 June 2000 (05.06.00)	Priority date (day/month/year) 11 June 1999 (11.06.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 29/10		
Applicant FRANCE TELECOM		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>3</u> sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 05 January 2001 (05.01.01)	Date of completion of this report 26 June 2001 (26.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR00/01537

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-9 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____ 1-8 _____, filed with the letter of _____ 08 June 2001 (08.06.2001)
- ☒ the drawings:
pages _____ 1,2 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/FR 00/01537

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

See separate sheet

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/FR 00/01537

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

See separate sheet

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/FR 00/01537

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

See separate sheet

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Separate sheet

1. The application fails to comply with the requirements of PCT Article 6 since claims 1 and 4 are unclear.

- 1.1 There is an inconsistency between claims 1 and 4 and figure 1 regarding the conductivity and dopant concentration of the second pockets (9, 10).

According to claim 1, the concentration N_n is lower than that of the first pockets and that of the substrate N_s so that the concentration of the substrate is locally reduced with no change in the type of conductivity.

This definition is inconsistent with the example shown in figure 1, in which there are N-type second pockets (i.e. different pockets) in a P-type substrate.

Furthermore, it is stated on page 6, line 21 that the concentration N_n of the second pockets is lower than the dopant concentration N_p of the first type of conductivity of the **substrate**. However, concentration N_p is that of the **first pockets**.

The same problems have been noted in claim 4.

The substantive examination is based on the wording of the present claims.

2. Reference is made to the following documents:

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Separate sheet

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 1995, no. 02,
31 March 1995 (1995-03-31) & JP 06 318698 A
(MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 15 November 1994 (1994-
11-15)

D2: US-A-5 371 394 (MA GORDON C ET AL) 6 December
1994 (1994-12-06)

D3: EP-A-0 763 855 (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 March
1997 (1997-03-19)

- 3.1 The present application complies with the requirements of PCT Article 33(2) and (3) since the subject matter of claims **1-8** is novel and involves an inventive step.
- 3.2 The figure of D1 shows a device having a structure comparable to that of figure 1 of the application, i.e. a structure having second pockets with a conductivity **opposite** to that of the substrate.
- 3.3 D2 and D3 describe structures having second pockets with the **same** type of conductivity as the substrate and a concentration that is higher at all times than that of the substrate. There is no counter-doping.
- 3.4 The features of the present application, namely second pockets with the same conductivity as the substrate at a lower doping level, solve the problem of the threshold voltage drop in the channel region over the entire range of the channel

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Separate sheet

region, unlike in the prior art.

4. Contrary to the requirement of PCT Rule 5.1(a)(ii), the relevant prior art disclosed in documents **D1 to D3** has not been indicated in the description, nor have these documents been cited. The description should have been made consistent with the new claims.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
21 décembre 2000 (21.12.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 00/77856 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷: H01L 29/10,
29/78, 21/336, 21/265, 21/225

Crolles Montfort (FR). GWOZIECKI, Romain [FR/FR];
5, quai Jongkind, F-38000 Grenoble (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:
PCT/FR00/01537

(74) Mandataire: BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE; 8,
avenue Percier, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international: 5 juin 2000 (05.06.2000)

(81) États désignés (*national*): JP, KR, US.

(25) Langue de dépôt: français

(84) États désignés (*régional*): brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE).

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:
99/07391 11 juin 1999 (11.06.1999) FR

Publiée:
— Avec rapport de recherche internationale.
— Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues.

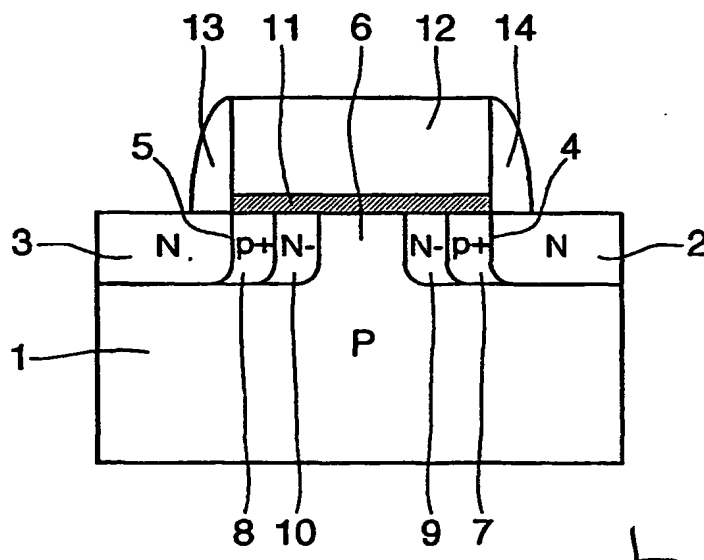
(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*):
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abrégiactions" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.*

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*): SKOT-
NICKI, Thomas [FR/FR]; 105, rue de la Ferme, F-38920

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE WITH COMPENSATED THRESHOLD VOLTAGE AND METHOD FOR MAKING
SAME

(54) Titre: DISPOSITIF SEMI-CONDUCTEUR A TENSION DE SEUIL COMPENSEE ET PROCEDE DE FABRICATION



(57) Abstract: The invention concerns a semiconductor device comprising in the channel region (6) first voids (7, 8) adjacent to the junctions (4, 5) which have a predetermined length L_p and a dopant concentration N_p of a first conductivity type corresponding to the conductivity type of the substrate (1) dopant locally increasing the net substrate concentration and second voids (9, 10) superposed on the first voids having a length L_n and a dopant concentration N_n of a second conductivity type opposed to the first conductivity type satisfying the relationships $L_n > L_p$ and $N_n < N_p$ and locally decreasing the net substrate concentration but without modifying the type of conductivity. The invention is applicable to a MOS transistor.

(57) Abrégé: Le dispositif semi-conducteur selon l'invention comprend dans la région de canal (6) des premières poches (7, 8) adjacentes aux jonctions (4, 5) qui ont une longueur L_p prédéterminée et une concentration N_p en un dopant d'un premier

type de conductivité correspondant au type de conductivité du dopant du substrat (1) augmentant localement la concentration nette du substrat et des secondes poches (9, 10) superposées aux premières poches ayant une longueur L_n et une concentration N_n en un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier type de conductivité satisfaisant les relations $L_n > L_p$ et $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité.

WO 00/77856 A1

DISPOSITIF SEMI-CONDUCTEUR À TENSION DE SEUIL COMPENSÉE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

La présente invention concerne d'une manière générale un dispositif semi-conducteur, tel qu'un transistor MOS, présentant une compensation de la chute de la tension de seuil (V_{th}) due aux effets canaux courts ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel dispositif semi-conducteur.

Pour une longueur nominale (L) donnée de canal d'un transistor, la tension de seuil (V_{th}) en particulier pour les transistors à canaux courts, c'est-à-dire ayant une longueur de canal inférieure à $0,25\mu m$ et typiquement une longueur de canal L de l'ordre de $0,18\mu m$, la tension de seuil présente une chute brutale.

La tension de seuil d'un dispositif semi-conducteur tel qu'un transistor MOS, en particulier d'un dispositif à canal court, est un paramètre critique du dispositif. En effet, le courant de fuite du dispositif, par exemple du transistor, dépend fortement de cette tension de seuil. Compte-tenu des tensions d'alimentation actuelles et envisagées dans le futur (de 0,9 volt à 1,8 volt) pour de tels dispositifs et des courants de fuite admis (I_{off} d'environ $1nA/\mu m$), la tension de seuil V_{th} doit présenter des valeurs d'environ 0,2 à 0,25 volt.

La chute de tension brutale (roll-off) dans les zones de la région de canal du dispositif semi-conducteur conduisent à une dispersion des caractéristiques électriques du dispositif et rendent difficile l'obtention des tensions de seuil voulues.

Afin de remédier à cette chute de la tension de seuil dans les dispositifs semi-conducteurs tels que des transistors MOS, on a proposé, comme décrit dans l'article "Self-Aligned Control of

Threshold Voltages in Sub-0.2- μm MOSFET's" (Réglage auto-aligné des tensions de seuil dans les MOSFET sub-0,2 μm) ; Hajima Kurata et Toshihiro Sugii, IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 45, No. 10, Octobre 1998, de former dans la région de canal des poches adjacentes aux jonctions des régions de source et de drain ayant une conductivité de même type que le substrat mais dont la concentration en dopant est supérieure à celle du substrat.

Bien que cette solution réduise le gradient de chute de la tension de seuil dans la région de canal, les effets canaux courts conduisent à une chute de la tension de seuil V_{th} plus rapide que l'augmentation de la tension de seuil que l'on peut obtenir en incorporant les poches de compensation de l'art antérieur.

Par conséquent, si on peut avec ces poches de compensation de l'art antérieur partiellement compenser localement la chute de la tension de seuil V_{th} , il n'est pas possible ainsi d'obtenir une compensation complète de la chute sur la totalité du domaine voulu de la région de canal.

La présente invention a donc pour objet un dispositif semi-conducteur, tel qu'un transistor MOS, qui remédie aux inconvénients des dispositifs de l'art antérieur.

La présente invention a plus particulièrement pour objet un dispositif semi-conducteur, tel qu'un transistor MOS, dont la chute de tension de seuil V_{th} due aux effets canaux courts est compensée pratiquement et permettant d'atteindre des longueurs de canal arbitrairement petites mais non nulles.

La présente invention a également pour objet un dispositif semi-conducteur, tel qu'un transistor MOS, présentant une tension de seuil V_{th} constante lorsque la longueur de canal L diminue jusqu'à des longueurs effectives de canal très faibles, par exemple de 0,025 μm ou moins.

La présente invention a également pour objet un procédé pour réaliser un dispositif semi-conducteur tel que défini précédemment. Ce procédé peut s'appliquer à des dispositifs à canaux de longueur arbitrairement petite, par ailleurs technologiquement réalisables.

On atteint les buts ci-dessus selon l'invention, en réalisant un

dispositif semi-conducteur, comprenant un substrat semi-conducteur ayant une concentration N_s prédéterminée en un dopant d'un premier type de conductivité, des régions de source et de drain dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier et définissant dans le substrat des jonctions délimitant une région de canal de longueur nominale L prédéterminée, et une première poche adjacente dans la région de canal à chacune des jonctions et ayant une longueur L_p prédéterminée, lesdites premières poches étant dopées avec un dopant du premier type de conductivité mais à une concentration locale N_p augmentant localement la concentration nette du substrat, ce dispositif se caractérisant par la présence d'au moins une seconde poche adjacente à chacune des jonctions et superposée à chacune des premières poches, ces secondes poches ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et étant dopées avec un dopant du second type de conductivité à une concentration N_n telle que $N_n < N_p$ diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité.

Dans une réalisation préférée de l'invention, les secondes poches comprennent une pluralité de poches élémentaires superposées les unes aux autres, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une longueur prédéterminée L_{n_i} et une concentration prédéterminée en dopant du second type de conductivité N_{n_i} satisfaisant les relations suivantes :

$L_{n_1} > L_p$
 $L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}}$,
 $N_{n_{i-1}} > N_{n_i} > N_{n_{i+1}}$, et
la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type de conductivité des poches élémentaires étant telle que :
 $\sum N_{n_i} < N_s$.

En d'autres termes, les secondes poches diminuent la concentration nette en dopant du premier type de conductivité tant dans les premières poches que dans la région de canal, mais ne changent pas le type de conductivité des premières poches ni de la région de canal.

La présente invention concerne également un procédé pour

réaliser un dispositif semi-conducteur tel que défini précédemment qui comprend la formation dans un substrat semi-conducteur ayant une concentration prédéterminée N_s en un dopant d'un premier type de conductivité, d'une région de source et d'une région de drain dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier, les régions de source et de drain formant dans le substrat des jonctions délimitant entre elles une région de canal ayant une longueur nominale L prédéterminée, et la formation dans la région de canal dans une zone adjacente à chacune des jonctions d'une première poche ayant une longueur L_p prédéterminée et une concentration N_p prédéterminée augmentant localement la concentration nette du substrat au-delà de la concentration initiale N_s , le procédé se caractérisant par le fait qu'il comprend en outre l'implantation dans la région de canal d'un dopant du second type de conductivité opposé au premier dans des conditions telles qu'il se forme dans la région de canal au moins une seconde poche superposée à chacune respectivement des premières poches et ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et une concentration N_n en dopant du premier type telle que $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité.

Dans une réalisation préférée du procédé de l'invention, l'implantation du dopant du second type de conductivité consiste en une série d'implantations successives dans des conditions telles que les secondes poches formées sont chacune constituées par une pluralité de poches élémentaires superposées les unes aux autres, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une longueur L_{n_i} et une concentration en dopant du second type de conductivité N_{n_i} satisfaisant les relations

$$\begin{aligned} L_{n_1} &> L_p \\ L_{n_{i-1}} &< L_{n_i} < L_{n_{i+1}}, \\ N_{n_{i-1}} &> N_{n_i} > N_{n_{i+1}}, \text{ et} \\ \text{la somme } \sum N_{n_i} &\text{ des concentrations en dopant du second type} \\ &\text{de conductivité des poches élémentaires étant telle que :} \\ \sum N_{n_i} &< N_s. \end{aligned}$$

Les longueurs des poches L_p et L_n sont établies à partir des

jonctions.

L'implantation de dopant dans un substrat semi-conducteur est un procédé connu et on peut dans le présent procédé utiliser tout procédé d'implantation classiquement utilisé dans la technologie des semi-conducteurs.

Comme cela est connu, la réalisation de poches dopées dans un substrat semi-conducteur dépend de l'angle d'incidence de l'implantation par rapport à la normale au substrat, de la dose et de l'énergie d'implantation du dopant. Ainsi, en faisant varier l'angle d'incidence et la dose de dopant, on peut accroître la longueur de la poche implantée et faire varier la concentration en dopant.

En variante, pour faire varier la longueur des secondes poches implantées ainsi que leur concentration en dopant, on peut réaliser des implantations successives avec le même angle d'incidence par rapport à la normale, la même dose et la même énergie d'implantation mais en soumettant le dispositif après chaque implantation successive à un traitement de recuit thermique de manière à faire diffuser différemment le dopant implanté dans le substrat.

La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Figure 1, une première réalisation d'un dispositif semi-conducteur, tel qu'un transistor MOS, selon l'invention ;

Figure 2, une seconde réalisation d'un dispositif semi-conducteur selon l'invention ; et

Figure 3, un graphe de la tension de seuil (V_{th}) de différents dispositifs semi-conducteurs selon l'invention en fonction de la longueur effective de canal.

En se référant à la figure 1, on a représenté une première réalisation d'un dispositif semi-conducteur selon l'invention, tel qu'un transistor MOS qui comprend comme cela est classique un substrat semi-conducteur 1, par exemple un substrat de silicium dopé avec un dopant d'un premier type de conductivité, par exemple de conductivité P, dans lequel sont formées des régions de source 2 et de drain 3 dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier par exemple un dopant de type N qui définissent dans le

substrat des jonctions 4, 5 délimitant entre elles une région de canal 6.

Comme cela est connu, la région de canal 6 est recouverte d'une couche d'oxyde de grille 11, par exemple une mince couche d'oxyde de silicium, elle-même surmontée par une grille 12 par exemple en silicium. La grille 12, comme cela est également bien connu peut être flanquée sur deux côtés opposés d'espateurs 13, 14 en matériau diélectrique approprié.

Comme cela est connu, pour réduire la vitesse de la chute de tension de seuil V_{th} dans la région de canal 6, on a formé dans la région de canal, deux premières poches 7, 8, adjacentes chacune respectivement à une des jonctions 4, 5. Ces poches sont dopées au moyen d'un dopant du premier type de conductivité P mais à une concentration N_p en dopant de premier type augmentant localement la concentration du substrat au-delà de N_s et ayant une longueur L_p la plus courte possible.

Selon l'invention, on a formé dans la région de canal 6, deux secondes poches 9, 10 qui se superposent chacune à une des premières poches mais dont la longueur L_n est supérieure à la longueur L_p des premières poches et qui sont dopées avec un dopant du second type de conductivité par exemple un dopant de type N à une concentration N_n telle que N_n soit inférieure à la concentration N_p en dopant du premier type de conductivité du substrat.

Ainsi, dans les zones des secondes poches, la concentration nette en dopant du premier type de conductivité par exemple le dopant de type P, est réduite mais on ne change pas la nature de la conductivité de la région du canal qui demeure toujours une région de conductivité de type P.

En se référant à la figure 2 où les mêmes numéros de référence désignent les mêmes éléments que précédemment, on a représenté une autre réalisation d'un dispositif semi-conducteur selon l'invention qui ne diffère du dispositif précédent de la figure 1 que par le fait que les secondes poches 9, 10 sont en fait constituées par des pluralités de poches élémentaires superposées les unes aux autres, trois poches élémentaires dans la réalisation représentée sur la figure 2.

Chaque poche élémentaire d'un rang donné i a une longueur L_{n_i} et une concentration N_{n_i} en dopant du second type de conductivité qui satisfont les relations suivantes :

5

10

15

20

25

30

35

$$L_p < L_{n_i}$$

$$L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}},$$

$$N_{n_{i-1}} < N_{n_i} < N_{n_{i+1}}, \text{ et}$$

5 la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type de conductivité des poches élémentaires étant telle que :

$$\sum N_{n_i} < N_s.$$

En d'autres termes, les poches élémentaires superposées aux premières poches 7 et 8 sont également superposées les unes aux autres mais ont des longueurs croissantes et concurremment des
10 concentrations en dopant du premier type de conductivité qui diminuent au fur et à mesure que leurs longueurs croissent.

D'autre part, la somme des concentrations $\sum N_{n_i}$ des poches élémentaires superposées est telle qu'elle reste inférieure à la concentration N_s en dopant du premier type de conductivité du
15 substrat de sorte qu'on ne modifie pas le type de conductivité de la région de canal 6.

Ainsi, dans le cas représenté à la figure 2, où les secondes poches sont constituées par 3 poches élémentaires, les longueurs et concentrations en dopant des poches élémentaires satisfont les
20 relations :

$$L_p < L_{n_1}$$

$$L_{n_1} < L_{n_2} < L_{n_3}$$

$$N_{n_1} > N_{n_2} > N_{n_3}, \text{ et}$$

$$N_{n_1} + N_{n_2} + N_{n_3} < N_s.$$

25 On a représenté figure 3, des graphes simulés de tension de seuil V_{th} pour des transistors comportant une couche d'oxyde de grille de 4nm d'épaisseur et pour une tension drain/source de 1,5 volt en fonction de la longueur effective de canal. Les longueurs L_p et les concentrations N_p des premières poches dopées avec un dopant de
30 même type que le substrat correspondent à la longueur minimale à obtenir pour le canal et pour le dopage le plus élevé.

La courbe A correspond à la superposition d'une seule seconde poche selon l'invention et montre que l'on obtient un V_{th} plat pour une longueur de canal jusqu'à 0,15 μ m.

35 La courbe B correspond à la superposition de deux secondes

poches selon l'invention et montre qu'on obtient un V_{th} plat pour une longueur de canal jusqu'à $0,07\mu m$.

Enfin, la courbe C correspond à la superposition de sept secondes poches selon l'invention et montre que l'on peut obtenir un V_{th} plat pour une longueur de canal jusqu'à $0,025\mu m$.

Ainsi, les courbes ci-dessus montrent que les dopages nécessaires restent raisonnables et permettent d'obtenir des courbes V_{th} en fonction de la longueur effective de canal jusqu'à des longueurs effectives de $25nm$ et ce même avec des épaisseurs d'oxyde de grille de $4nm$.

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Dispositif semi-conducteur comprenant un substrat semi-conducteur (1) ayant une concentration N_s prédéterminée en un dopant d'un premier type de conductivité, des régions de source (2) et de drain (3) dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier et définissant dans le substrat des jonctions (4, 5) délimitant une région de canal (6) de longueur nominale L_N prédéterminée et une première poche (7, 8) adjacente dans la région de canal (6) à chacune des jonctions (4, 5) et ayant une longueur L_p prédéterminée, lesdites premières poches (7, 8) étant dopées avec un dopant du premier type de conductivité de concentration N_p augmentant localement la concentration nette du substrat au-delà de N_s , caractérisé en ce qu'il comprend dans la région de canal (6), au moins une seconde poche (9, 10) adjacente à chacune des jonctions (4, 5) et superposée à chacune des premières poches (7, 8), lesdites secondes poches (9, 10) ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et étant dopées avec un dopant du second type de conductivité à une concentration N_n telle que $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité.
2. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les secondes poches (9, 10) comprennent une pluralité de poches élémentaires superposées les unes aux autres, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une longueur L_{n_i} prédéterminée et une concentration en dopant du second type de conductivité N_{n_i} prédéterminée satisfaisant les relations :

$$L_{n_1} > L_p$$

$$L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}},$$

$$N_{n_{i-1}} > N_{n_i} > N_{n_{i+1}}, \text{ et}$$
 la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type de conductivité des poches élémentaires de la pluralité satisfaisant la relation $\sum N_{n_i} < N_s$.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce

que le dispositif est un transistor MOS.

4. Procédé pour réaliser un dispositif semi-conducteur selon la revendication 1 ou 2 comprenant :

5 - la formation dans un substrat semi-conducteur (1) ayant une concentration N_s prédéterminée en un dopant du premier type de conductivité, d'une région de source (2) et d'une région de drain (3) dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier, lesdites régions de source et de drain formant dans le substrat des jonctions (4, 5) délimitant entre elles une région de canal (6) ayant
10 une longueur nominale L prédéterminée, et

 - la formation dans la région de canal (6) dans une zone adjacente à chacune des jonctions (4, 5) d'une première poche (7, 8) ayant une longueur L_p prédéterminée et une concentration N_p prédéterminée en dopant du premier type de conductivité augmentant
15 localement la concentration nette du substrat au-delà de N_s , caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

 - l'implantation dans la région de canal (6) d'un dopant du second type de conductivité opposé au premier dans des conditions telles qu'il se forme dans la région du canal (6) au moins une seconde
20 poche (9, 10) superposée à chacune respectivement des premières poches (7, 8), cette seconde poche ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et une concentration N_n en dopant du premier type telle que $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité.

25 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'implantation du dopant du second type de conductivité consiste en une série d'implantations successives telle que les secondes poches (9, 10) sont chacune constituée par une pluralité de poches élémentaires superposées, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une
30 longueur L_{n_i} et une concentration N_{n_i} en dopant du second type de conductivité satisfaisant les relations :

$$L_{n_1} < L_p$$

$$L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}},$$

$$N_{n_{i-1}} > N_{n_i} > N_{n_{i+1}}, \text{ et}$$

35 la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type

de conductivité de la pluralité de poches élémentaires satisfaisant la relation $\sum Nn_i < Ns$.

5 6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les conditions d'implantation comprennent l'angle d'incidence d'implantation par rapport à la normale au substrat, la dose et l'énergie d'implantation.

10 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que dans la série d'implantations successives, on fait croître l'angle d'incidence par rapport à la normale et on diminue la dose d'implantation d'une implantation successive à l'autre.

15 8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la série d'implantations successives, consiste à implanter le dopant du second type de conductivité en utilisant le même angle d'incidence par rapport à la normale au substrat, la même dose et la même énergie d'implantation et à soumettre entre chaque implantation successive le dispositif à un traitement de recuit différent.

20

25

30

35

1/2

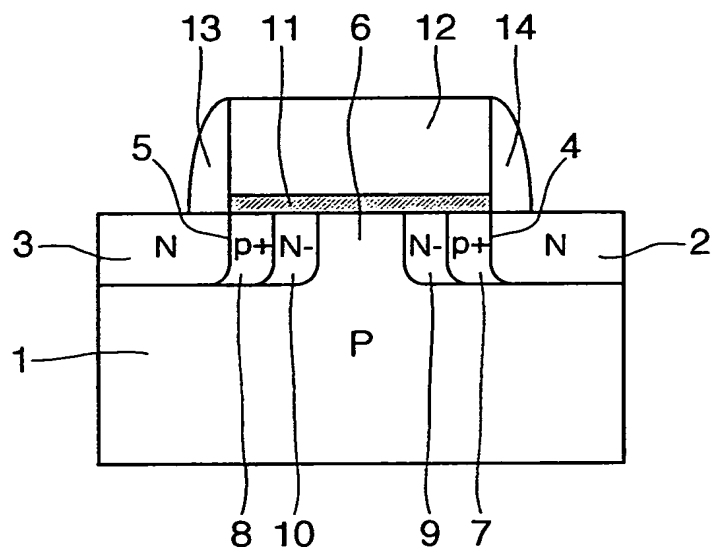
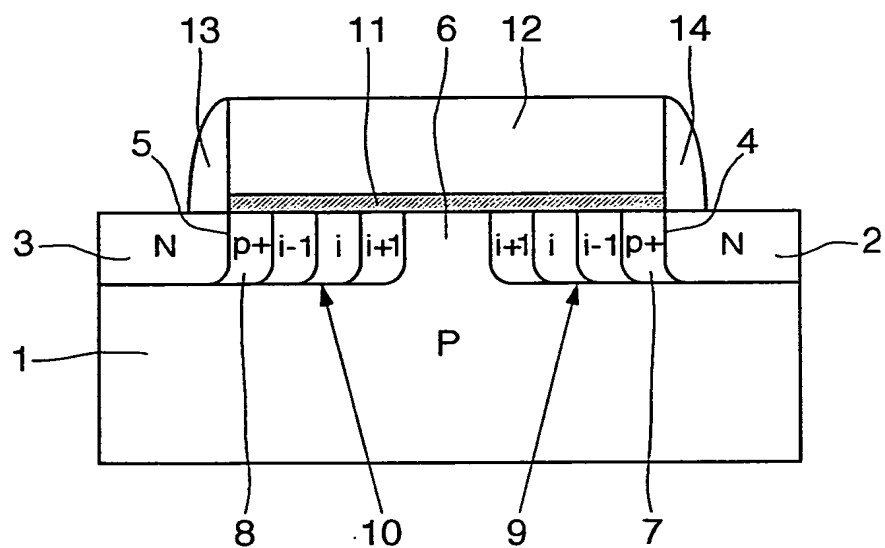
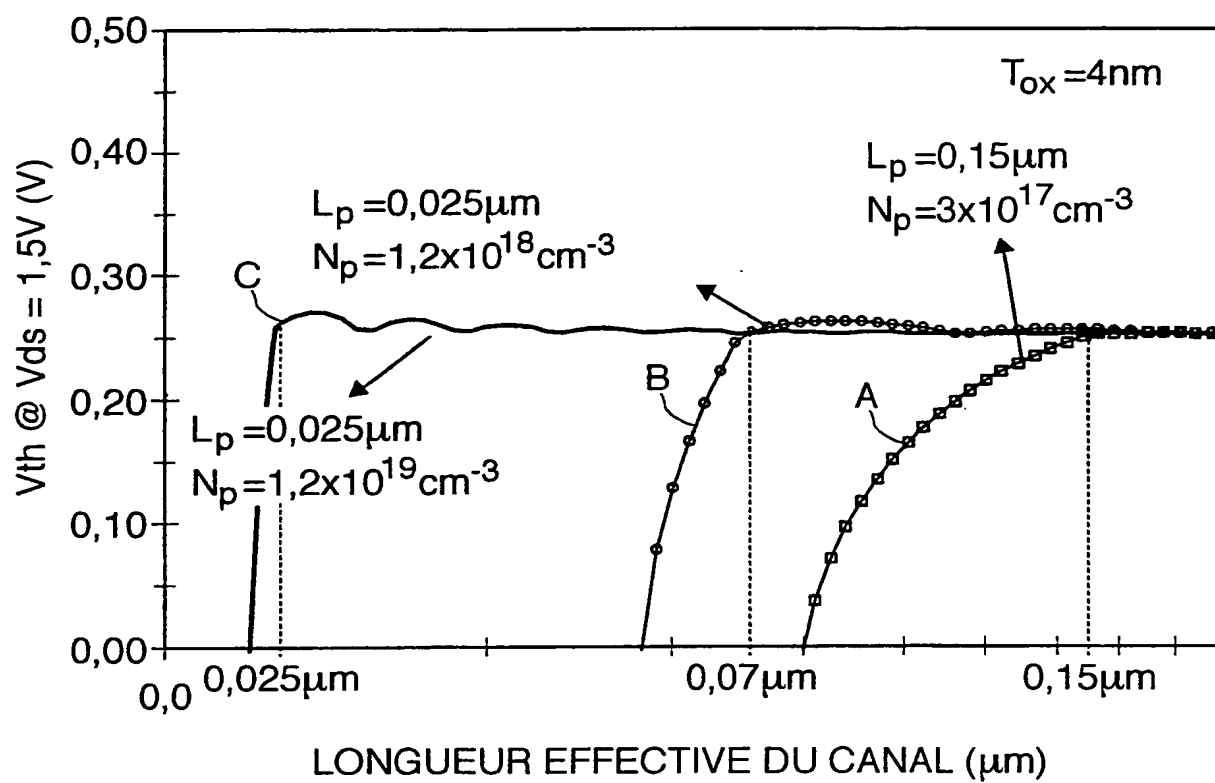
FIG.1FIG.2

FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01L29/10 H01L29/78 H01L21/336 H01L21/265 H01L21/225

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>KURATA H ET AL: "SELF-ALIGNED CONTROL OF THRESHOLD VOLTAGES IN SUB-0.2-MUM MOSFET'S"</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 45, no. 10, 1 October 1998 (1998-10-01), pages 2161-2166, XP000786856</p> <p>ISSN: 0018-9383</p> <p>cited in the application</p> <p>page 1</p> <p style="text-align: center;">— — — — — -/-</p>	1,4,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 October 2000

Date of mailing of the international search report

10/10/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gélébart, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01537

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	YOSHINORI OKUMURA ET AL: "SOURCE-TO-DRAIN NONUNIFORMLY DOPED CHANNEL (NUDC) MOSFET STRUCTURES FOR HIGH CURRENT DRIVABILITY AND THRESHOLD VOLTAGE CONTROLLABILITY" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 39, no. 11, 1 November 1992 (1992-11-01), pages 2541-2552, XP000321695 ISSN: 0018-9383 figures 5,13	1,4,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 March 1995 (1995-03-31) -& JP 06 318698 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 November 1994 (1994-11-15) abstract; figures 1,2	1
A	US 5 371 394 A (MA GORDON C ET AL) 6 December 1994 (1994-12-06) column 2, line 12 - line 62; figure 1	1,4,8
A	EP 0 763 855 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 March 1997 (1997-03-19) column 4, line 52, paragraph 5 -column 5, line 21	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/FR 00/01537

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 06318698 A	15-11-1994	NONE	
US 5371394 A	06-12-1994	CN 1106573 A,B DE 69419871 D DE 69419871 T EP 0653795 A JP 7183501 A SG 50467 A	09-08-1995 09-09-1999 16-03-2000 17-05-1995 21-07-1995 20-07-1998
EP 0763855 A	19-03-1997	JP 9116151 A	02-05-1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01537

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 06318698	A	15-11-1994	NONE	
US 5371394	A	06-12-1994	CN 1106573 A,B	09-08-1995
			DE 69419871 D	09-09-1999
			DE 69419871 T	16-03-2000
			EP 0653795 A	17-05-1995
			JP 7183501 A	21-07-1995
			SG 50467 A	20-07-1998
EP 0763855	A	19-03-1997	JP 9116151 A	02-05-1997

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL



(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B99/0638QT	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/01537	Date du dépôt international (jour/mois/année) 05/06/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 11/06/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H01L29/10		
Déposant FRANCE TELECOM et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☒ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent 3 feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:
 - I ☒ Base du rapport
 - II ☐ Priorité
 - III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
 - IV ☐ Absence d'unité de l'invention
 - V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
 - VI ☐ Certains documents cités
 - VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
 - VIII ☒ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 05/01/2001	Date d'achèvement du présent rapport 26.06.01
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Madenach, A N° de téléphone +49 89 2399 2832 

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01537

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

Description, pages:

1-9 version initiale

Revendications, N°:

1-8 reçue(s) le 08/06/2001 avec la lettre du 05/06/2001

Dessins, feuilles:

1,2 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01537

- ☐ de la description, pages :
☐ des revendications, n^{os} :
☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications

2. Citations et explications
voir feuille séparée

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

VIII. Observations relatives à la demande internationale

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :
voir feuille séparée

1. La demande ne remplit pas les conditions énoncées dans l'article 6 PCT, les revendications **1, 4** n'étant pas claires.
- 1.1 Il y a une contradiction en ce qui concerne la conductivité et la concentration en dopant des secondes poches (9, 10) entre les revendications 1 et 4 et la figure 1.

Selon la revendication 1, la concentration N_n est inférieure à celle des premières poches N_p et à celle du substrat N_s de façon que la concentration du substrat est localement réduite sans que le type de conductivité ne soit changé.

Cette définition est en contradiction avec l'exemple de la figure 1 qui montre de secondes poches de type N (donc changé) dans un substrat de type P.

De plus, en ligne 21 de la page 6 il est mentionné que la concentration N_n des secondes poches est inférieure à la concentration N_p en dopant du premier type de conductivité du **substrat**. Or, la concentration N_p est celle des **premières poches**.

Les mêmes problèmes apparaissent dans la revendication 4.

L'examen quant au fond est basé sur le libellé des revendications présentes.

2. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 mars 1995 (1995-03-31) -& JP 06 318698 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 novembre 1994 (1994-11-15)

D2: US-A-5 371 394 (MA GORDON C ET AL) 6 décembre 1994 (1994-12-06)

D3: EP-A-0 763 855 (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 mars 1997 (1997-03-19)

- 3.1 La présente demande remplit les conditions énoncées à l'article 33(2) et 33(3) PCT, l'objet des revendications **1-8** satisfaisant au critère de la nouveauté et impliquant une activité inventive:

- 3.2 La figure de D1 montre un dispositif ayant une structure comparable à celle de la figure 1 de la demande, c'est-à-dire ayant de secondes poches avec une conductivité **opposée** à celle du substrat.
- 3.3 D2 et D3 montrent des structures ayant de secondes poches du **même** type de conductivité que le substrat dont la concentration est toujours supérieure à celle du substrat. Il n'y a pas de contredopage.
- 3.4 Les caractéristiques de la présent demande, c'est-à-dire de secondes poches ayant la même conductivité que le substrat à un dopage inférieure que celui-ci, résout le problème de la chute de la tension de seuil dans la région de canal sur la totalité du domaine de la région du canal ce qui n'est pas le cas dans l'art antérieur cité.
4. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 (a) (ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents **D1-D3** et ne cite pas ces documents. La description aurait due être adapté aux nouvelles revendication.

RAPPORT RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema / Internationale No

PCT/FR 00/01537

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L29/10 H01L29/78 H01L21/336 H01L21/265 H01L21/225

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EP0-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	KURATA H ET AL: "SELF-ALIGNED CONTROL OF THRESHOLD VOLTAGES IN SUB-0.2-MUM MOSFET'S" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 45, no. 10, 1 octobre 1998 (1998-10-01), pages 2161-2166, XP000786856 ISSN: 0018-9383 cité dans la demande page 1	1, 4, 6



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents citées:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 octobre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/10/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gélébart, J

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	YOSHINORI OKUMURA ET AL: "SOURCE-TO-DRAIN NONUNIFORMLY DOPED CHANNEL (NUDC) MOSFET STRUCTURES FOR HIGH CURRENT DRIVABILITY AND THRESHOLD VOLTAGE CONTROLLABILITY" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 39, no. 11, 1 novembre 1992 (1992-11-01), pages 2541-2552, XP000321695 ISSN: 0018-9383 figures 5,13	1,4,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 mars 1995 (1995-03-31) -& JP 06 318698 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 novembre 1994 (1994-11-15) abrégé; figures 1,2	1
A	US 5 371 394 A (MA GORDON C ET AL) 6 décembre 1994 (1994-12-06) colonne 2, ligne 12 - ligne 62; figure 1	1,4,8
A	EP 0 763 855 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 mars 1997 (1997-03-19) colonne 4, ligne 52, alinéa 5 -colonne 5, ligne 21	4

RAPPORT RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/01537

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 06318698 A	15-11-1994	AUCUN	
US 5371394 A	06-12-1994	CN 1106573 A,B	09-08-1995
		DE 69419871 D	09-09-1999
		DE 69419871 T	16-03-2000
		EP 0653795 A	17-05-1995
		JP 7183501 A	21-07-1995
		SG 50467 A	20-07-1998
EP 0763855 A	19-03-1997	JP 9116151 A	02-05-1997

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B99/0638QT	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/FR 00/ 01537	Date du dépôt international(jour/mois/année) 05/06/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 11/06/1999
Déposant FRANCE T L COM		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégi**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégi est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1

☐ Aucune des figures n'est à publier.

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L29/10 H01L29/78 H01L21/336 H01L21/265 H01L21/225

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A ✓	KURATA H ET AL: "SELF-ALIGNED CONTROL OF THRESHOLD VOLTAGES IN SUB-0.2-MUM MOSFET'S" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 45, no. 10, 1 octobre 1998 (1998-10-01), pages 2161-2166, XP000786856 ISSN: 0018-9383 cité dans la demande page 1 --- -/--	1, 4, 6

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"G" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 octobre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/10/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gélébart, J

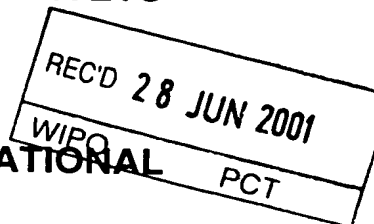
C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A ✓	YOSHINORI OKUMURA ET AL: "SOURCE-TO-DRAIN NONUNIFORMLY DOPED CHANNEL (NUDC) MOSFET STRUCTURES FOR HIGH CURRENT DRIVABILITY AND THRESHOLD VOLTAGE CONTROLLABILITY" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 39, no. 11, 1 novembre 1992 (1992-11-01), pages 2541-2552, XP000321695 ISSN: 0018-9383 figures 5,13	1,4,6
A ✓	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 mars 1995 (1995-03-31) -& JP 06 318698 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 novembre 1994 (1994-11-15) abrégé; figures 1,2	1
A ✓	--- US 5 371 394 A (MA GORDON C ET AL) 6 décembre 1994 (1994-12-06) colonne 2, ligne 12 - ligne 62; figure 1	1,4,8
A ✓	--- EP 0 763 855 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 mars 1997 (1997-03-19) colonne 4, ligne 52, alinéa 5 -colonne 5, ligne 21 -----	4

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)





Référence du dossier du déposant ou du mandataire B99/0638QT	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/01537	Date du dépôt international (jour/mois/année) 05/06/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 11/06/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H01L29/10		
Déposant FRANCE TELECOM et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☒ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent 3 feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☒ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 05/01/2001	Date d'achèvement du présent rapport 26.06.01
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Madenach, A N° de téléphone +49 89 2399 2832 

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01537

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale *(les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17))*:

Description, pages:

1-9 version initiale

Revendications, N°:

1-8 reçue(s) le 08/06/2001 avec la lettre du 05/06/2001

Dessins, feuilles:

1,2 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/01537

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-8
	Non : Revendications

2. Citations et explications
voir feuille séparée

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

VIII. Observations relatives à la demande internationale

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :
voir feuille séparée

1. La demande ne remplit pas les conditions énoncées dans l'article 6 PCT, les revendications **1, 4** n'étant pas claires.
- 1.1 Il y a une contradiction en ce qui concerne la conductivité et la concentration en dopant des secondes poches (9, 10) entre les revendications 1 et 4 et la figure 1.

Selon la revendication 1, la concentration Nn est inférieure à celle des premières poches Np et à celle du substrat Ns de façon que la concentration du substrat est localement réduite sans que le type de conductivité ne soit changé.

Cette définition est en contradiction avec l'exemple de la figure 1 qui montre de secondes poches de type N (donc changé) dans un substrat de type P.

De plus, en ligne 21 de la page 6 il est mentionné que la concentration Nn des secondes poches est inférieure à la concentration Np en dopant du premier type de conductivité du **substrat**. Or, la concentration Np est celle des **premières poches**.

Les mêmes problèmes apparaissent dans la revendication 4.

L'examen quant au fond est basé sur le libellé des revendications présentes.

2. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 mars 1995 (1995-03-31) -& JP 06 318698 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 novembre 1994 (1994-11-15)

D2: US-A-5 371 394 (MA GORDON C ET AL) 6 décembre 1994 (1994-12-06)

D3: EP-A-0 763 855 (TEXAS INSTRUMENTS INC) 19 mars 1997 (1997-03-19)

- 3.1 La présente demande remplit les conditions énoncées à l'article 33(2) et 33(3) PCT, l'objet des revendications **1-8** satisfaisant au critère de la nouveauté et impliquant une activité inventive:

- 3.2 La figure de D1 montre un dispositif ayant une structure comparable à celle de la figure 1 de la demande, c'est-à-dire ayant de secondes poches avec une conductivité **opposée** à celle du substrat.
- 3.3 D2 et D3 montrent des structures ayant de secondes poches du **même** type de conductivité que le substrat dont la concentration est toujours supérieure à celle du substrat. Il n'y a pas de contredopage.
- 3.4 Les caractéristiques de la présent demande, c'est-à-dire de secondes poches ayant la même conductivité que le substrat à un dopage inférieure que celui-ci, résout le problème de la chute de la tension de seuil dans la région de canal sur la totalité du domaine de la région du canal ce qui n'est pas le cas dans l'art antérieur cité.
4. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 (a) (ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents **D1-D3** et ne cite pas ces documents. La description aurait due être adapté aux nouvelles revendication.

REVENDICATIONS

1. Dispositif semi-conducteur comprenant un substrat semi-conducteur (1) ayant une concentration N_s prédéterminée en un dopant d'un premier type de conductivité, des régions de source (2) et de drain (3) dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier et définissant dans le substrat des jonctions (4, 5) délimitant une région de canal (6) de longueur nominale LN prédéterminée et une première poche (7, 8) adjacente dans la région de canal (6) à chacune des jonctions (4, 5) et ayant une longueur L_p prédéterminée, lesdites premières poches (7, 8) étant dopées avec un dopant du premier type de conductivité de concentration N_p augmentant localement la concentration nette du substrat au-delà de N_s , caractérisé en ce qu'il comprend dans la région de canal (6), au moins une seconde poche (9, 10) adjacente à chacune des jonctions (4, 5) et superposée à chacune des premières poches (7, 8), lesdites secondes poches (9, 10) ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et étant dopées avec un dopant du second type de conductivité à une concentration N_n telle que $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité, *et en ce que la concentration N_n en dopant du second type de conductivité des secondes poches satisfait* (x)
2. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les secondes poches (9, 10) comprennent une pluralité de poches élémentaires superposées les unes aux autres, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une longueur L_{n_i} prédéterminée et une concentration en dopant du second type de conductivité N_{n_i} prédéterminée satisfaisant les relations :
- $$L_{n_1} > L_p$$
- $$L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}},$$
- $$N_{n_{i-1}} > N_{n_i} > N_{n_{i+1}}, \text{ et.}$$
- la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type de conductivité des poches élémentaires de la pluralité satisfaisant la relation $\sum N_{n_i} < N_s$.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce

⊕ à la relation $N_n < N_s$, la longueur globale de premières et secondes poches étant inférieure à la longueur nominale LN de la région de canal.

que le dispositif est un transistor MOS.

4. Procédé pour réaliser un dispositif semi-conducteur selon la revendication 1 ou 2 comprenant :

5 - la formation dans un substrat semi-conducteur (1) ayant une concentration N_s prédéterminée en un dopant du premier type de conductivité, d'une région de source (2) et d'une région de drain (3) dopées avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier, lesdites régions de source et de drain formant dans le substrat des jonctions (4, 5) délimitant entre elles une région de canal (6) ayant
10 une longueur nominale L prédéterminée, et

- la formation dans la région de canal (6) dans une zone adjacente à chacune des jonctions (4, 5) d'une première poche (7, 8) ayant une longueur L_p prédéterminée et une concentration N_p prédéterminée en dopant du premier type de conductivité augmentant
15 localement la concentration nette du substrat au-delà de N_s , caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- l'implantation dans la région de canal (6) d'un dopant du second type de conductivité opposé au premier dans des conditions telles qu'il se forme dans la région du canal (6) au moins une seconde
20 poche (9, 10) superposée à chacune respectivement des premières poches (7, 8), cette seconde poche ayant une longueur L_n telle que $L_n > L_p$ et une concentration N_n en dopant du premier type telle que $N_n < N_p$ et diminuant localement la concentration nette du substrat mais sans changer le type de conductivité, \longleftrightarrow

25 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'implantation du dopant du second type de conductivité consiste en une série d'implantations successives telle que les secondes poches (9, 10) sont chacune constituée par une pluralité de poches élémentaires superposées, chaque poche élémentaire d'un rang i donné ayant une
30 longueur L_{n_i} et une concentration N_{n_i} en dopant du second type de conductivité satisfaisant les relations :

$$L_{n_1} < L_p$$

$$L_{n_{i-1}} < L_{n_i} < L_{n_{i+1}},$$

$$N_{n_{i-1}} > N_{n_i} > N_{n_{i+1}}, \text{ et}$$

35 la somme $\sum N_{n_i}$ des concentrations en dopant du second type.

de conductivité de la pluralité de poches élémentaires satisfaisant la relation $\sum Nn_i < N_s$.

5 6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les conditions d'implantation comprennent l'angle d'incidence d'implantation par rapport à la normale au substrat, la dose et l'énergie d'implantation.

10 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que dans la série d'implantations successives, on fait croître l'angle d'incidence par rapport à la normale et on diminue la dose d'implantation d'une implantation successive à l'autre.

15 8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la série d'implantations successives, consiste à implanter le dopant du second type de conductivité en utilisant le même angle d'incidence par rapport à la normale au substrat, la même dose et la même énergie d'implantation et à soumettre entre chaque implantation successive le dispositif à un traitement de recuit différent.

20

25

30

35